

## Hochschuldidaktik trifft Ingenieurausbildung: Segen oder Fluch?

Inske Preißler\*, Jochen Hammerschmidt<sup>+</sup>, Rainer Müller\*, Stephan Scholl<sup>+</sup>

\*TU Braunschweig, IFdN, Abteilung: Physik und Physikdidaktik,  
Pockelsstraße 11, 38106 Braunschweig, [i.preissler@tu-bs.de](mailto:i.preissler@tu-bs.de) und [rainer.mueller@tu-bs.de](mailto:rainer.mueller@tu-bs.de)

<sup>+</sup>TU Braunschweig, ICTV, Langer Kamp 7,  
38106 Braunschweig, [j.hammerschmidt@tu-bs.de](mailto:j.hammerschmidt@tu-bs.de) und [s.scholl@tu-bs.de](mailto:s.scholl@tu-bs.de)

### Kurzfassung

Die Umstellung auf Bachelor- und Masterstrukturen ist sowohl Segen als auch Fluch. So besteht die Chance, aber auch gleichzeitig die Verpflichtung, Veränderungen in der Lehre der Ingenieurausbildung herbeizuführen. Veränderungen in der Dramaturgie der Veranstaltungen können der Forderung der Unternehmen nach einer besseren Methoden- und Sozialkompetenz der Absolventen Rechnung tragen [1].

Dies ist das Anliegen, eines Kooperationsprojektes an der TU Braunschweig zwischen dem Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik (ICTV) und dem Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften (IFdN). Prototypische wurde die Vorlesung „Thermische Verfahrenstechnik“ für Studierende des Maschinenbaus, des Wirtschafts- und Bioingenieurwesens umstrukturiert in ein selbstgesteuertes, kontextorientiertes Studienmodul mit interessanten Ergebnissen...

### 1. Ausgangslage

Vierorts besteht die Lehre in den Ingenieurwissenschaften hauptsächlich aus Vorlesungen, Übungen und Laboren.

Frontalunterricht in Vorlesungen und Übungen und „Nachkochen“ in den Laboren sind die gängige Lehrpraxis. Lernen läuft bei vielen Studierenden der Ingenieurwissenschaften nach „Schema F“: Mitschreiben in den Vorlesungen und Übungen während des Semesters, Beginn des Auswendiglernen und Paukens von Formeln und Inhalten ca. 2-4 Wochen vor der Klausur. Nach der Prüfung schnelles Vergessen, um Platz für die nächsten Inhalte zu schaffen.

Aus der Lernpsychologie und Didaktik wissen wir aber, dass Menschen nicht das Lernen, was ihnen gesagt wird, sondern nur das, was sie als relevant und integrierbar erleben [2,3]. Wünschenswert wäre demnach ein hohes Maß an echter Lernzeit verbunden mit Unterrichtsmethoden, die selbstgesteuertes Lernen fördern und dadurch das gängige „Bulimische Lernen“ verhindern.

Vorteilhaft hieran wäre nicht nur die bessere Repräsentation, Vernetzung und Anwendbarkeit des Wissens [4], sondern auch die stärkere Schulung der sozialen und methodischen Kompetenzen: Team-, Präsentations-, Moderations-, Kommunikations-, Analyse- und Entscheidungsfähigkeit, Selbst- und Zeitmanagement, die von den Hochschulabsolventen zunehmend erwartet werden [1]. Nicht zuletzt sind solche Veränderungen in der Lehre ein Gewinn für die Studierenden, da der Anschluss in die Arbeitswelt besser gelingt.

Schwer fallen Veränderungen vor allem dann, wenn es nur eine Grundlagenveranstaltung gibt, die Fachinhalte für das gesamte Studium vermitteln muss und wenn sich Lehrende mit dem Ruf nach Veränderungen, bei gleichzeitiger Ideenlosigkeit gepaart mit mangelnder Zeit konfrontiert sehen.

Was also tun? An der TU Braunschweig gibt es seit dem Wintersemester 2008/09 ein Kooperationsprojekt zwischen dem IFdN und dem ICTV, bei dem modellhaft die Vorlesung „Thermische Verfahrenstechnik“ anhand der, zur Zeit vorherrschenden, konstruktivistischen Sicht auf das Lernen [2,5] „modernisiert“ wurde. Im „Inversen Modul“ wurde versucht, der fachlich identischen Stoff kontextorientiert und weitgehend selbstgesteuert zu vermitteln.

### 2. Das Inverse Modul

In den Wintersemestern 2008/09 und 2009/10 wurde das Inverse Modul parallel zur Vorlesung „Thermische Verfahrenstechnik“ angeboten. Vorlesung und Inverses Modul wurden umfangreich begleitend evaluiert.

Im Gegensatz zu den üblichen Veranstaltungen in den Ingenieurwissenschaften liegt der Schwerpunkt des Inversen Moduls auf der aktiven Beteiligung der Studierenden während des gesamten Semesters. Das bedeutet, dass die Studierenden nicht mehr allein mit dem Mitschreiben während der Vorlesung beschäftigt sind, sondern vor allem Mitdenken, Mitarbeiten und Nachfragen sollten. Nach einer kurzen „Umorientierungsphase“ – die Studierenden sind es nicht gewohnt, dass ihnen Fragen gestellt werden und die Lehrenden an ihren Verständnisproblemen

interessiert sind – war besonders die Möglichkeit des Nachfragens ein großer Pluspunkt für das Inverse Modul.

Das Innovative im Inversen Modul war die Kontextorientierung. Jedes Thema, mit dem sich die Studierenden beschäftigten wurde an einem Beispiel eingeführt. Dabei wurde versucht darauf zu achten, neben technischen Beispielen auch Phänomene aus dem Alltag der Studierenden einzubeziehen, z. B. wurde das Thema „Destillation und Verdampfung“ über die Destillation von Brandwein eingeführt und das Thema „Absorption“ anhand von Mineralwasser verdeutlicht.

Die aktive Mitarbeit wurde unter anderem durch folgende Maßnahmen gefördert:

- **Selbständige Erarbeitung von Themen und Vorstellung der Ergebnisse (kooperative Lernformen).**

Die Studierenden haben sich viele der Inhalte anhand ihres Veranstaltungsskriptes und sogenannter Lernboxen mit zusätzlicher Literatur selbständig erarbeitet. Die Ergebnisse haben sie auf unterschiedliche Weise präsentiert, z. B. in Form eines Marktplatzes oder einer Expertenrunde. Auch das Lernen an Stationen wurde in die Veranstaltung integriert. Diese Methoden eignen sich, um neben dem fachlichen Inhalt auch die sozialen und methodischen Kompetenzen zu schulen.

- **Bearbeitung von Übungsaufgaben als Hausaufgabe, Besprechung der Ergebnisse in der Lerngruppe.**

Ebenfalls neu ist im Inversen Modul, dass die Studierenden ihre Übungsaufgaben zu Hause berechnet haben, Fragen und Probleme wurden dann in der Veranstaltungszeit besprochen [6]. Dies war möglich, da die üblicherweise angehängte Übung im Inversen Modul integriert durchgeführt wurde. Wichtig war hierbei vor allem, den Studierenden keine fertigen Lösungen anzuschreiben, sondern sie zu animieren, selbst zu rechnen. Ein wichtiger Punkt hierbei war, die Selbsterarbeitung (selber rechnen) der Lösungen durch die Studierenden. Keine frontale „Lösungsvorführung“ durch den Dozenten.

- **Wiederholung der Inhalte durch jeweils 1-2 Studierende.**

Jeder Studierende musste mindestens einmal im Semester eine Wiederholung der letzten Veranstaltung vorbereiten. Die Wiederholung wurde in Form eines Kurzreferats in englischer Sprache gehalten. Neben der Festigung des Stoffes konnten so die fremdsprachlichen Fähigkeiten vertieft werden.

Für viele Studierende der Ingenieurwissenschaften war dies außerdem das erste Mal, dass sie Inhalte vor einer Gruppe präsentieren

konnten, Seminare sind den höheren Semestern vorbehalten.

- **Semesterbegleitendes Projekt zu den Inhalten der Veranstaltung mit anschließender Präsentation des Projektes.**

Ebenfalls der Vertiefung und Vernetzung des Wissens diente ein semesterbegleitendes Projekt, in welchem die Studierenden in Kleingruppen zum Thema Bioethanol eine Präsentation vorbereiten sollten, die ähnlich einer solchen in ihrem späteren beruflichen Alltag gestaltet war. Die Studierenden musste eine Anlage so auslegen, dass alle Umweltfaktoren berücksichtigt wurden und der Transfer von der Theorie in die Praxis – wie von der Wirtschaft angemahnt [1] – geschaffen wurde.

Zusätzlich zu dieser direkten Methodenveränderung wurden im Inversen Modul alle Übungen verändert und in einen Kontext aus dem späteren Berufsalltag gebracht. Die Präsentation von Inhalten erfolgte stärker über einen Einsatz verschiedener Medien wie Computer, White-Board, Flipchart und Tafel. In der Vorlesung wird ausschließlich die Tafel als Medium genutzt.

<b>Traditionelle Vorlesung + Übung</b>	<b>Inverses Modul mit integrierter Übung</b>
Dozentenzentriert	Lernerzentriert
Zeitaufwand 3 SWS	Zeitaufwand 3 SWS + Vor- und Nachbereitung
Geringe Interaktion/ Beziehung zw. Studierenden und Dozenten	Beziehungsaufbau und Interaktion
Abschreiben (sowohl in der Vorlesung, als auch in der Übung)	Max. halbstündige Vorträge seitens des Professors
Lernen direkt vor der Prüfung	Lernen während des gesamten Semesters
Besonderheit: Engl. Wiederholung zu Beginn der Vorlesung durch Professor	Engl. Wiederholung zu Beginn durch die Studierenden
32 bzw. 43 Studierende je WS	je 11 Studierende WS
Abschluss durch Prüfung	Abschluss durch Prüfung

**Tab. 1:** Gegenüberstellung Vorlesung – Inverses Modul

Fluch und Segen dieser umfassenden Veränderungen in der Lehrstruktur einer Einführungsveranstaltung wurden umfassend evaluiert und folgend in Auszügen erörtert.

### 3. Untersuchungsdesign

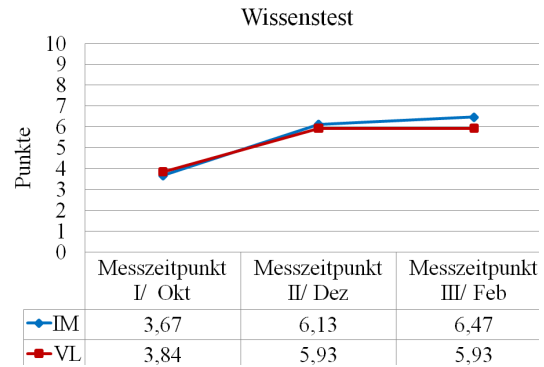
Die Probanden wurden zu drei Zeitpunkten befragt: Messzeitpunkt eins, am Beginn des Semesters, diente der Erhebung der Vorkenntnisse mittels eines Wissenstests, der eigenen Lernstrategien im Studium [7] und der Einschätzung der allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung [8]. Messzeitpunkt zwei, nach der Hälfte der Veranstaltungszeit, prüfte wiederum das Wissen, anhand eines Multiple-Choice-Tests. Messzeitpunkt drei, zum Ende des Semesters, erhob ein weiteres Mal das Wissen, sowie die Lernstrategien im Studium und die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung. Zu diesem Zeitpunkt erhielten die Studierenden zusätzlich die Möglichkeit, die Veranstaltungsform und ihre Zufriedenheit mit dieser zu bewerten. Als abschließender Datensatz flossen die Noten der Prüfung in die Erhebung mit ein.

Aufgrund der großen Fluktuation in der Vorlesung und der geringen Teilnehmerzahl im Inversen Modul ist die Datenlage sehr inkonsistent. Im Gesamten nahmen 43 Studierende im Wintersemester 2008/09 an der Veranstaltung „Thermische Verfahrenstechnik“ teil, davon waren 32 in der Vorlesung und 11 im Inversen Modul. Im Wintersemester 2009/10 waren es insgesamt 54 Studierende. 43 in der Vorlesung und wiederum 11 im Inversen Modul.

Obwohl die Studierenden in beiden Semestern der jeweiligen Veranstaltungsform zugelost wurden, um die Stichprobe möglichst unabhängig und normalverteilt zu gestalten, war es nicht möglich, eine gleichgroße Probandenzahl zu erreichen. Dies lag nach Aussage der Studierenden vor allem daran, dass die Veranstaltungszeit des Inversen Moduls nicht in den Stundenplan integrierbar war. Im zweiten Semester gaben einige Studierende zudem an, dass sie sich nicht in der Lage sehen würden, die zusätzliche Zeit zu investieren und somit der Veranstaltungsform nicht gerecht werden könnten. Die Begründung ist nach Ansicht des IFdN und des ICTV nur teilweise nachvollziehbar, denn bei entsprechender Vor- und Nachbereitung von traditioneller Vorlesung und Übung würde sich ein gleichwertiger Zeitaufwand ergeben. Die stärkere Integration der Lernphase in die Vorlesungszeit entspricht nicht dem „traditionellen Lernstil“ der meisten Studierenden, so dass sich hier Akzeptanzschwierigkeiten für neue Lehr- und Lernformen erkennen lassen.

Die Daten werden aktuell ausgewertet. Ein Trend lässt sich dennoch bereits feststellen: Die Studierenden des Inversen Moduls sind zufriedener mit ihrer Veranstaltung sie bewerteten sie mit dem Notensystem (1,0; 1,3; 1,7 ... 4,0; 5,0) im Mittelwert mit 1,78 ( $s=0,52$ ). Die Vorlesung wurde mit einer 2,24 ( $s=0,69$ ) bewertet.

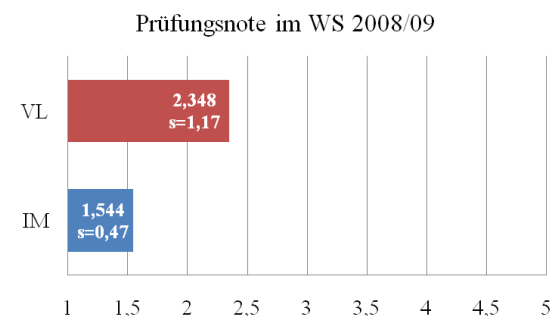
Ebenfalls besser schnitten die Studierenden des Inversen Moduls (bei einem schlechteren Ausgangswert) in den Wissenstests ab, siehe Abb. 1.



**Abb. 1:** Ergebnisse der Wissenstests im Vergleich (IM = Inverses Modul; VL = Vorlesung)

Um eine anonymisierte Abfrage der Noten zu ermöglichen, sollten die Studierenden diese mittels eines Codes freiwillig zurück melden. Da noch nicht alle Prüfungsnoten für das abgelaufene Wintersemester vorliegen, lassen sich nur Aussagen über das Wintersemester 2008/09 treffen. Aber auch hier waren die Studierenden des Inversen Moduls besser als ihre Kommilitonen.

Auch hier galt die Bewertung per Notensystem (1,0; 1,3; 1,7; ... 4,0; 5,0).



**Abb. 2:** Prüfungsnoten im Vergleich (IM = Inverses Modul; VL = Vorlesung)

Die weiteren Ergebnisse werden sicher auch zeigen, inwieweit die Vergleichbarkeit gegeben ist. Dennoch lässt sich bereits durch die Trendaussagen feststellen, dass das Inverse Modul ein Erfolg ist. Verschwiegen werden soll aber keineswegs, dass die Studierenden den Mehr-Aufwand bei der Teilnahme am Inversen Modul sehr kritisch sahen. Besonders die Studierenden des Bioingenieurwesens, die während des Semesters viele Labore absolvieren müssen, konnten sich nicht, wie von ihnen gewünscht, auf das Inverse Modul vorbereiten. Die Studierenden merkten an, dass solche Veränderungen generell wünschenswert sind, aber im Fachbereich abgesprochen und in den Stundenplan integrierbar sein müssen.

Erstaunlich war besonders im Wintersemester 2009/10 die Äußerung einiger Studierender, es wäre ihnen nur im traditionellen Sinne des Lernens möglich, Inhalte für die Klausur zu behalten. Aus diesem Grund könnten sie sich nicht auf das Format des Inversen Moduls einlassen.

Positiv wurde in den mündlichen und schriftlichen Rückmeldungen in beiden Semestern immer wieder die gute Beziehung zwischen Dozent und Studierenden erwähnt. Das Bemühen um Verständnis und die Erklärungen seitens des Professors wurden ebenfalls honoriert.

#### 4. Fazit

Die Studierenden des Inversen Moduls sind deutlich zufriedener mit der Wissensvermittlung und können ihr erworbenes Wissen besser präsentieren, als die Studierenden der Vorlesung (Wissenstest und Prüfungsnote) - bei gleichen Ausgangsvoraussetzungen. Bedeuten diese Ergebnisse, das Inverse Modul ist ein Segen und alle Veranstaltungen sollten nach dem Modell des Inversen Moduls umstrukturiert werden? Mitnichten lässt sich dieses „einfache“ Fazit ziehen. Die Realität zeigt einige Schwierigkeiten. Die größte ist sicherlich, dass der Workload der Studierenden in vielen Fächern so hoch ist, dass sie ihr Studium nicht mehr bewältigen könnten, sollten alle Veranstaltungen nach den Maßgaben des Inversen Moduls verändert werden.

Studierende, die die Wahl haben, zwischen Vorlesung und Inversem Modul, wählen die vermeintlich weniger zeitaufwendige Vorlesung, was ein deutliches Indiz für die hohe Auslastung der Studierenden sein kann. Unsere Schlussfolgerung aus dieser „Abstimmung mit den Füßen“ ist, dass Veränderungen in der Struktur des Studienganges notwendig wären.

Des Weiteren war der Aufwand seitens der Mitarbeiter/-innen in der Umstrukturierungs- und Erprobungsphase extrem hoch. Um einen Anreiz dafür zu schaffen, müssten von den Hochschulleitungen entsprechende Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

Gerade in den Ingenieurwissenschaften wird bislang noch zu wenig Wert auf Kenntnisse und Fähigkeiten in Didaktik und Wissensvermittlung gelegt. Angesichts des immer dramatischer werdenden Fachkräftemangels in den ingenieurwissenschaftlichen Berufen [9] scheint ein Umdenken unumgänglich. Zumal sich dieser Mangel bereits an den Hochschulen bei der Besetzung von Stellen für studentische Hilfskräfte und der Vergaben von Studien- und Abschlussarbeiten bemerkbar macht. Das Ausbleiben von Studierenden in einigen Studiengängen scheint geradezu paradox angesichts dieser Zahlen. Vielmehr macht eine verständnisorientierte und studierendenzentrierte Lehre mit einem Schwerpunkt, auf einer guten Beziehung zwischen Studierenden und Lehrenden Sinn und wäre damit ein Gewinn für alle.

#### 5. Literatur

- [1] Pankow, Franziska (2008): Die Studienreform zum Erfolg machen! Erwartungen der Wirtschaft an Hochschulabsolventen. In: Studienreform-Broschüre. Hrsg.: DIHK. [http://www.muenchen.ihk.de/mike/ihk\\_geschaefsfelder/bildung/Anhaenge/Studienreform-Broschuere.pdf](http://www.muenchen.ihk.de/mike/ihk_geschaefsfelder/bildung/Anhaenge/Studienreform-Broschuere.pdf) (zuletzt geprüft am 25. Mai 2010).
- [2] Waldherr, Franz (2007): Lehrmethodik für die Zukunft. Das Basisseminar Hochschuldidaktik am bayrischen DiZ. In: Neues Handbuchhochschullehre. L 1.14. Hrsg.: Berendt, Brigitte; Voss, Hans-Peter; Wildt, Johannes; Tresp, Peter. Stuttgart.
- [3] Faulstich, Peter; Zeuner, Christine (1999): Erwachsenenbildung. Eine handlungsorientierte Einführung in Theorie, Didaktik und Adressaten. München.
- [4] Spitzer, Manfred (2006): Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Heidelberg.
- [5] Siebert, Horst (2000): Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung. Didaktik aus konstruktivistischer Sicht. Neuwied.
- [6] Lipowsky, Frank (2004): Dauerbrenner Hausaufgaben. In: Zeitschrift für Pädagogik Jg. 56, H. 12.
- [7] Wild, Klaus-Peter; Schiefele, Ulrike; Winteler, Adi (1994): Lernstrategien im Studium. <http://elbanet.ethz.ch/wikifarm/vfriedrich/uploads/Main/LIST-Dokumentation.pdf> (zuletzt geprüft am 25. Mai 2010)
- [8] Jerusalem, Matthias; Schwarzer, Ralf (1999): Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung. Berlin
- [9] DIHK (2007): Kluge Köpfe - vergeblich gesucht. Fachkräftemangel in der deutschen Wirtschaft. Ergebnisse einer DIHK-Unternehmensbefragung. [http://www.dihk.de/inhalt/download/fachkraeftemangel\\_07.pdf](http://www.dihk.de/inhalt/download/fachkraeftemangel_07.pdf) (zuletzt geprüft am 25. Mai 2010).